

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. November 2005 (10.11.2005)

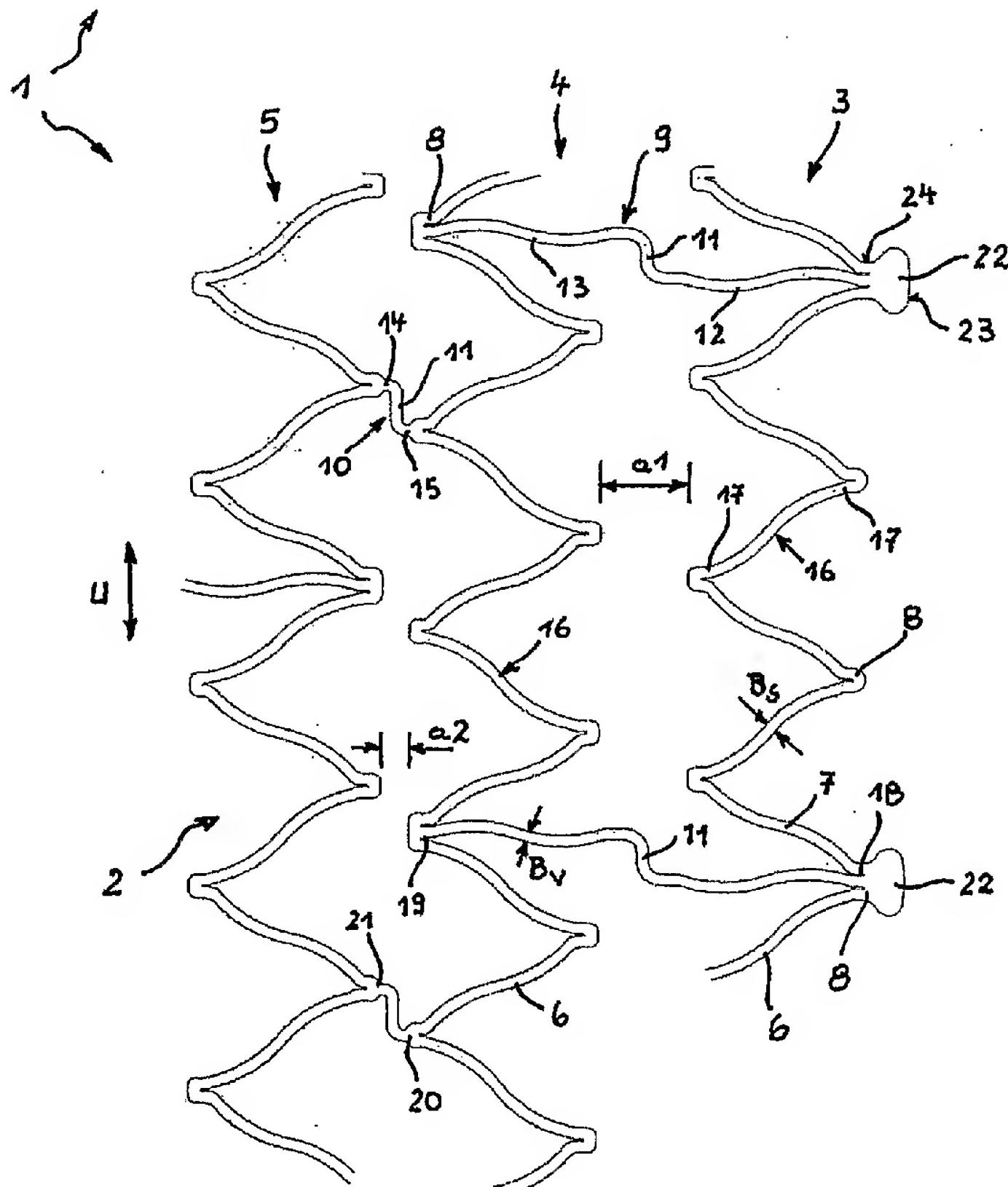
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/104990 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61F 2/06**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000018
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Januar 2005 (11.01.2005)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2004 022 044.1 3. Mai 2004 (03.05.2004) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **QUALIMED INNOVATIVE MEDIZIN-PRODUKTE GMBH** [DE/DE]; Boschstrasse 16, 21423 Winsen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **NISSL, Thomas** [DE/DE]; Gillmoor 15, 21441 Garstedt (DE).
- (74) Anwalt: **BOCKERMANN, KSOLL, GRIEPEN-STROH**; Bergstrasse 159, 44791 Bochum (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: STENT

(54) Bezeichnung: STENT



(57) Abstract: Disclosed is a stent (1) representing a prosthesis for a constricted body vessel. Said stent (1) comprises a tubular support frame (2) composed of ring segments (3, 4, 5) which succeed each other in an axial direction and are formed by segmented braces (5, 6) that are continuously joined to one another in the neutral state via transfer sections (8). Adjacent ring segments (3-5) are coupled to each other using connecting braces (9, 10). In order to prevent notch stress in the segmented braces (5, 6), the width thereof increases from the central zone (16) in the direction of the transfer sections (8), the segmented braces (6, 7) being curved in a wavelike manner.

(57) Zusammenfassung: Ein Stent (1) ist eine Gefässprothese für ein verengtes Körpergefäß. Der Stent (1) weist ein tubuläres Stützgerüst (2) aus axial aufeinander folgenden Ringsegmenten (3, 4, 5) auf, die im Ausgangszustand aus sich endlos über Übergangsabschnitte (8) aneinander schliessenden Segmentstreben (5, 6) gebildet sind. Benachbarte Ringsegmente (3-5) sind durch Verbinderstreben (9, 10) gekoppelt. Zur Vermeidung von Kerbspannungen in den Segmentstreben (5, 6) vergrössert sich deren Breite jeweils von ihrem mittleren Bereich (16) ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten (8) hin. Hierbei sind die Segmentstreben (6, 7) wellenförmig gekrümmmt.

WO 2005/104990 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- mit geänderten Ansprüchen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Stent

Die Erfindung betrifft einen Stent gemäß den Merkmalen im Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Stents dienen zur permanenten oder auch nur zeitweisen Schienung von Körperröhren, die infolge einer Stenose verschlossen oder verengt sind.

Die Stents weisen ein tubuläres Stützgerüst aus Metall auf, welches aus mehreren Ringsegmenten besteht. Diese sind aus sich über Übergangsabschnitte endlos aneinander schließenden Segmentstreben gebildet. In Längsachse des Stents benachbarte Ringsegmente sind durch Verbinderstreben gekoppelt.

Stents gibt es in verschiedenartigsten Ausführungsformen und Designs des Stützgerüsts. Die WO 96/26689, die US-A-5,861,027, die DE 297 02 671 U1 oder die DE 295 21 206 U1 werden als exemplarische Beispiele genannt.

Die Stents werden durch Kathetertechniken und ähnliche Einführhilfen in das intrakorporale Gefäß im Bereich der Stenose eingebracht und dort abgesetzt, wobei das Stützgerüst vom Ausgangszustand in einen demgegenüber im Durchmesser vergrößerten Stützzustand aufweitbar ist. Dieser Aufweitvorgang kann selbsttätig bei sogenannten selbst expandierenden Stents erfolgen, er kann aber auch mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugs, beispielsweise eines Ballonkatheters herbeigeführt werden. Im Gefäß fungieren die Stents als Gefäßprothese zur Abstützung der Gefäßinnenwände.

Zu den selbstexpandierenden Stents zählen solche aus sogenannten Formgedächtnislegierungen. Eine Formgedächtnislegierung ist beispielsweise Nitinol, bei der es sich um eine Nickel-Titan-Legierung handelt. Diese weist zwei abgrenzbare Zustände auf, die temperaturabhängig eintreten. Nach Vorbehandlung ist Nitinol im kalten Zustand martensitisch, d.h. plastisch verformbar ohne eine relevante elastische Rückstellkraft. Bei Erwärmung geht das Material in einen austenitischen elastischen Zustand über. Diese Formgedächtniseigenschaft wird zur Selbstentfaltung des Stents ausgenutzt.

Ein gängiges Herstellungsverfahren zur Fertigung von Stents besteht darin, ein dünnwandiges metallisches Rohr entsprechend der Kontur des Stützgerüstes zu schlitzen und anschließend aufzuweiten. Der Schlitzvorgang erfolgt mittels Laserschneiden. Hierbei kommen üblicherweise Rohre mit einem Ausgangsdurchmesser von 1,4 – 1,8 mm zum Einsatz, um hieraus Stents mit einem Durchmesser von 5 – 12 mm zu erzeugen. Bei den bislang üblichen Designs des Stützgerüstes ist in Folge der Schneidtechnologie eine parallele Schnittgeometrie der Segmentstreben vorgesehen und nicht anders möglich. Dies führt jedoch zu hohen Kerbspannungen an den Enden der Segmentstreben bzw. im Bereich der Übergangsabschnitte und damit zu einer hohen Bruchgefahr.

Der Erfindung liegt daher ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, einen hinsichtlich des Spannungsverlaufs in den Segmentstreben

verbesserten Stent zu schaffen, bei dem die Spannungen in den Enden der Segmentstreben reduziert und über die Länge der Segmentstreben verteilt sind.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nach der Erfindung in einem Stent gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 1.

Der erfindungsgemäße Stent weist ein tubuläres Stützgerüst auf, welches von einem Ausgangszustand in einen Stützzustand aufweitbar ist. Das Stützgerüst besteht aus in Stentlängsachse aufeinander folgenden Ringsegmenten, die aus sich in Umfangsrichtung des Stützgerüsts endlos aneinander schließenden Segmentstreben gebildet sind. Benachbarte Ringsegmente sind durch Verbinderstreben gekoppelt. Kernpunkt der Erfindung bildet die Maßnahme, dass die Segmentstreben wellenförmig gekrümmmt sind und sich die quer zur Strebenlängsachse gemessene Breite der Segmentstreben vom mittleren Bereich ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten hin vergrößert. Die in Umfangsrichtung des Stützgerüsts gemessene Breite der Segmentstreben bleibt über deren Längenverlauf hin gleich. Die Segmentstreben sind folglich lotrecht gemessen im mittleren Bereich schmäler als an ihren Enden, wodurch die Spannungen über die gesamte Länge einer Segmentstrebe verteilt und die höher belasteten Enden durch die größere Schnittbreite entlastet werden. Dies führt zu einer verminderten Bruchgefahr in den besonders kritischen Bereichen an den Enden der Segmentstreben und damit zu einer deutlich gesteigerten Lebensdauer eines Stent.

Das Stützgerüst weist ein Wellendesign auf ohne parallel zueinander verlaufenden gradlinige Strebenabschnitte, wobei sich die Segmentstreben einem kontinuierlichen Konturverlauf folgend vom mittleren Bereich jeweils zu ihren Enden hin verbreitern.

Vorzugsweise ändert sich das Verhältnis des Wellenradius zur Breite einer Segmentstrebe von der Mitte ausgehend zu den Enden der Segmentstrebe hin in einem Verhältnis von 10:1 bis 15:1.

Der erfindungsgemäße Stent weist bei hoher Flexibilität eine sehr gute Krimpbarkeit auf. Im Stützzustand zeichnet er sich durch seine hohe Stabilität und hohe Radialsteifigkeit bei besserer Restenoserate aus.

Der Stent ist aus Metall gefertigt. Hierbei können alle verformbaren medizinisch möglichen Metalle bzw. Metalllegierungen zum Einsatz gelangen, z.B. Edelstahl, Kobaltlegierungen (Phynox), Reineisen oder insbesondere Nickel-Titan-Legierungen.

Die Herstellung des Stützgerüstes erfolgt durch Schlitzen einer vorzugsweise metallischen Röhre mittels eines Laserstrahls. Dieser fährt bei einer Fokuseinstellung mit einer Breite von beispielsweise von 20 – 30 µm die vorgegebene Schnittkontur ab. Die Geometrieveränderung in der Breite der Segmentstreben erfolgt hierbei durch die entsprechende Radienwahl und Radienänderung in Längsrichtung einer Segmentstrebe zum Übergangsabschnitt hin.

Von besonderem Vorteil ist, dass die Kontur bzw. Konfiguration des Stützgerüstes durch einfaches Schlitzen der Ausgangsröhre erzeugt werden kann, ohne dass die Geometrie aus dem Vollen herausgearbeitet werden muss.

Für die Praxis interessant kann der erfindungsgemäße Stent auch als Kunststoff-Stent sein. Hierbei ist insbesondere die Verwendung von bioresorbierbaren Kunststoffen geplant. Vorzugsweise wird der Stent dann als Spritzformteil ausgeführt.

Durch die erfindungsgemäße Formgebung der Segmentstreben bzw. des Stützgerüstes kann auch hier der Spannungsverlauf optimiert werden.

Nach den Merkmalen von Patentanspruch 2 sind 1. Verbinderstreben und 2. Verbinderstreben vorgesehen. Jede Verbinderstrebe weist einen in Umfangsrichtung des Stützgerüsts verlaufenden Schenkel auf, der beidseitig über Axialabschnitte an einen Übergangsabschnitt angeschlossen ist. Diese Konfiguration der Verbinderstreben trägt zur Längenstabilität eines Stents bei.

Eine sich theoretisch durch einen Aufweitungsvorgang und den Übergang der Segmentstreben in eine aufgeweitete gestreckte Form ergebende Längenverkürzung des Stützgerüsts wird durch den Schenkel in den Verbinderstreben ausgeglichen.

Vorteilhafterweise sind die Axialabschnitte der 1. Verbinderstreben ebenfalls wellenförmig gekrümmmt, wie dies Patentanspruch 3 vorsieht. Hierbei nimmt die Breite der Axialabschnitte quer zur Längsachse der Axialabschnitte gemessen von den Schenkeln ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten zu.

Als besonders vorteilhaft wird ein Verhältnis des Krümmungs- bzw. Wellenradius der Axialabschnitte zur Breite der Axialabschnitte angesehen, welches sich von den Schenkeln ausgehend zu den Enden hin in einem Bereich zwischen 12:1 bis 20:1 ändert.

Die in Umfangsrichtung verlaufenden Schenkel der Verbindungsstreben sind gemäß den Merkmalen von Patentanspruch 4 in dem Raum zwischen zwei mit axialem Abstand benachbarten Ringsegmenten angeordnet.

Nach den Merkmalen von Patentanspruch 5 erstrecken sich die 1. Verbinderstreben jeweils von dem Tiefsten zweier aneinander geschlossener Segmentstreben eines Ringsegments in das Tiefste von zwei aneinander geschlossenen Segmentstreben des benachbarten Ringsegments (Patentanspruch 6).

Demgegenüber erstrecken sich die 2. Verbinderstreben jeweils von der Spitze zweier aneinander geschlossener Segmentstreben eines Ringsegments bis zur Spitze zweier aneinander geschlossener Segmentstreben des benachbarten Ringsegments.

In diesem Zusammenhang ist gemäß dem Merkmal von Patentanspruch 7 vorgesehen, dass die 1. Verbinderstreben eines Ringsegments und die 2. Verbinderstreben des benachbarten Ringsegments in Umfangsrichtung versetzt angeordnet sind.

Eine die Anwendung des erfindungsgemäßen Stents verbessernde Maßnahme besteht nach den Merkmalen von Patentanspruch 8 darin, dass jeder dritte stirnseitige Übergangsabschnitt an den in Stentlängsachse gesehen endseitigen Ringsegmenten ein gegenüber den benachbarten Übergangsabschnitten axial vorstehendes verbreiterteres Kopfende aufweist.

Die vorteilhafterweise gerundeten Kopfenden gewährleisten einen schonenden Kontakt der stirnseitigen Enden des Stents an einer Gefäßwand. Hierdurch werden die Gefäßwände sowohl beim Setzen als auch beim Entfernen eines Stents weniger traumatisiert. Im gekrümmten Zuständen decken die Kopfenden die benachbarten Übergangsabschnitte ab. Die Gefahr einer Verletzung der umliegenden Gefäßwände wird hierdurch deutlich verringert.

Insgesamt ergibt sich ein Stützgerüst mit hoher Radialsteifigkeit im Stützzustand. Dies gewährleistet eine sehr gute und homogene Schienung der Gefäßwand mit einer funktional zweckmäßigen Abstützung. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Segmentstreben können unzulässig hohe Kerbspannungen vermieden werden. Demzufolge kann der erfindungsgemäße Stent sehr gut gekrümmt und aufgeweitet werden. Der Stent kann beispielsweise auf einem Ballonkatheter angeordnet sehr gut durch die Windungen eines Körpergefäßes gebracht werden. Diese Leichtgängigkeit bewirkt sowohl für den Anwender als auch für den Patienten eine hohe Sicherheit bei der Implantation.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

- Figur 1 einen Ausschnitt aus dem Stentmuster eines erfindungsgemäßen Stents im Ausgangszustand in einer Abwicklung;
- Figur 2 einen endseitigen Ausschnitt des Stents im Stützzustand;
- Figur 3 ein erstes Modell einer Segmentstrebe;

- Figur 4 ein zweites Modell einer Segmentstrebe;
- Figur 5 ein Diagramm mit der Darstellung der Breite einer Segmentstrebe im Verhältnis zum Wellenradius und
- Figur 6 ein Diagramm mit der Darstellung der Breite eines Verbinders im Verhältnis zum Wellenradius.

Die Figuren 1 und 2 zeigen jeweils einen Ausschnitt aus dem Stentmuster eines erfindungsgemäßen Stents 1 in einer Abwicklung. Die Figur 1 zeigt die Abwicklung des Stents 1 im unaufgeweiteten Ausgangszustand. Figur 2 gibt die Abwicklung des Stentmusters im aufgeweiteten Stützzustand wieder.

Der Stent 1 ist aus Metall, insbesondere aus Nitinol, gefertigt. Er besitzt ein tubuläres Stützgerüst 2 aus mehreren hintereinander folgenden Ringsegmenten 3, 4, 5. Die Länge eines Stents 1 kann grundsätzlich unterschiedlich sein. Die Figuren 1 und 2 geben nicht die gesamte Anzahl der Ringsegmente 3, 4, 5 des Stents 1 wieder.

Die Ringsegmente 3, 4, 5 werden von Segmentstreben 6, 7 gebildet, die sich über Übergangsabschnitte 8 endlos aneinander schließen. Untereinander sind die Ringsegmente 3, 4, 5 durch Verbinderverstreben 9, 10 gekoppelt. Man erkennt 1. lange Verbinderverstreben 9 und 2. kurze Verbinderverstreben 10. In jeder Verbinderverstrebe 9, 10 ist ein in Umfangsrichtung U des Stützgerüstes 2 verlaufender Schenkel 11 vorgesehen, der beidseitig über Axialabschnitte 12, 13; 14, 15 an einen Übergangsabschnitt 8 angeschlossen ist. Hierbei sind die Schenkel 11 jeweils in dem Raum zwischen zwei mit axialem Abstand a1, a2 benachbarten Ringsegmenten 3, 4 bzw. 4, 5 angeordnet. Es wird deutlich, dass die Abstände a1 und a2 zwischen den Ringsegmenten 3 und 4 bzw. den Ringsegmenten 4 und 5 im aufgeweiteten Stützzustand des Stents 1, wie in Figur 2 dargestellt, unterschiedlich groß bemessen sind, wobei a1 größer ist als a2.

Die Segmentstreben 6, 7 sind wellenförmig gekrümmt (siehe hierzu auch Figuren 3 und 4). Hierbei vergrößert sich die quer zur Strebenlängsachse L_s lotrecht gemessene Breite B_s jeder Segmentstrebe 6, 7 vom mittleren Bereich 16 ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten 8. Die Segmentstreben 6, 7 sind im mittleren Bereich 16 zwischen den Punkten P1 schmäler als an ihren Enden 17 zwischen den Punkten P2. Der Radius R_s ändert sich über dem Längenverlauf einer Segmentstrecke 6, 7 und nimmt vom mittleren Bereich 16 ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten 8 hin zu. Hierdurch wird eine durch äußere Belastung im Stützzustand in einer Körperröhre in den Segmentstreben 6, 7 erzeugte innere Spannung über die gesamte Länge einer Segmentstrebe 6, 7 verteilt. Die höher belasteten Enden 17 werden durch die dort größere Breite B_s entlastet. Auf diese Weise wird die Bruchgefahr in den kritischen Bereichen am Übergang zwischen den Enden 17 der Segmentstreben 6, 7 zu den Übergangsbereichen 8 vermindert.

Die Axialabschnitte 12, 13 der 1. Verbinderstreben 9 weisen eine zur Kontur der Segmentstreben 8, 7 konforme wellenförmige Krümmung auf. Die quer zur Längsachse L_v der Axialabschnitte 12, 13 gemessene Breite B_v der Axialabschnitte 12 bzw. 13 nimmt vom Schenkel 11 ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten 8 hin zu.

Die 1. Verbinderstreben 9 erstrecken sich mit ihren Axialabschnitten 12, 13 jeweils vom Tiefsten 18 zweier aneinander geschlossener Segmentstreben 6, 7 eines Ringsegments 3 in das Tiefste 19 zweier aneinander geschlossener Segmentstreben 6, 7 eines benachbarten Ringsegments 4. Demgegenüber verlaufen die 2. Verbinderstreben 10 jeweils von der Spitze 20 zweier aneinander angeschlossener Segmentstreben 6, 7 eines Ringsegments 4 bis zur Spitze 21 zweier aneinander geschlossener Segmentstreben 6, 7 eines benachbarten Ringsegments 5. Die 1. Verbinderstreben 9 und die 2. Verbinderstreben 10 sind hierbei von Ringsegment 3, 4 zu Ringsegment 4, 5 jeweils in Umfangsrichtung U versetzt zueinander angeordnet.

Wie anhand der Figur 2 zu erkennen, weist jeder dritte stirnseitige Übergangsabschnitt 8 an den endseitigen Ringsegmenten 3 ein gegenüber den benachbarten Übergangsabschnitten 8 axial vorstehendes verbreitertes Kopfende 22 auf. Jedes Kopfende 22 besitzt einen konvex gerundeten Stirnabschnitt 23 und konkav gerundete Kehlabschnitte 24 zu den Übergangsabschnitten 8 hin. Im gekrümmten Zustand übergreifen die Kopfenden 22 mit ihren Kehlabschnitten 24 die benachbarten Übergangsabschnitte 8 und decken diese ab. Die benachbarten Übergangsabschnitte 8 liegen so geschützt bzw. verdeckt durch die Kopfenden 22. Hierdurch werden die Gefäßwände sowohl beim Setzen als auch beim Entfernen eines Stents 1 weniger traumatisiert. Zudem gewährleisten die gerundeten Kopfenden 22 eine behutsame Anlage des Stents 1 an der Gefäßwand beim Setzen.

Die Figuren 3 und 4 zeigen zwei Modelle einer Segmentstrebe 6 bzw. 7 mit der Darstellung des Breitenverlaufs über die Länge der Segmentstrebe 6, 7 gesehen.

Die Breite a am Anfang und Ende einer Segmentstrebe 6, 7 ist gleich. Die Breite a in Umfangsrichtung U ist über die gesamte Länge der Segmentstrebe 6, 7 ebenfalls gleich "a". Die quer zur Strebenlängsachse L_s gemessene Breite B_s nimmt vom mittleren Bereich 16 ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten 8 hin zu. Die Breitenzunahme ist abhängig von der Steigung und dem Wellenradius R_s einer Segmentstrebe 6 bzw. 7. Die Übergänge 25, 26 zu den Übergangsabschnitten 8 hin sind ebenfalls als Radien ausgeformt. Daher gibt es hier einen kontinuierlichen Übergang von der Segmentbreite a zur lotrecht gemessenen Segmentbreite B_s im mittleren Bereich 16. Dieser Konturverlauf führt beim Aufdehnen eines Stents 1 zu einer kontinuierlichen Verformung.

Durch Vergleich der in den Figuren 3 und 4 dargestellten Modelle wird deutlich, dass durch eine Anpassung der Abstände A und B zwischen Segmentanfang und Segmentende die Segmentbreite sehr gut eingestellt werden kann. Wird

der Abstand A größer als der Abstand B gewählt, folgt hieraus, dass die lotrechte Breite d kleiner ist als die lotrechte Breite e ($A > B \Rightarrow d < e$).

Die Figur 5 zeigt ein Liniendiagramm, in dem die Breite B_S aufgetragen ist über den Wellenradius R_S einer Segmentstrebe 6, 7. Dargestellt ist ein Ausschnitt aus der Länge einer Segmentstrebe 6, 7. Die Strebenbreite B_S beträgt im mittleren Bereich 0,16 mm bei einem Radius R_S von 1,8 mm. Die Strebenbreite B_S nimmt hierbei annähernd gleichmäßig zum Ende hin zu. Man erkennt, dass der Wellenradius R_S bei der Strebenbreite B_S von 0,167 mm bei 2,4 mm liegt. Im konkret ausgemessenen Ausführungsbeispiel beträgt die Strebenbreite B_S am Ende einer Segmentstrebe 0,175 mm. Insgesamt sollte das Verhältnis von Wellenradius R_S zu Strebenbreite B_S in einem Bereich zwischen 10:1 bis auf 15:1 ansteigen.

Aus der Figur 6 geht ein Liniendiagramm hervor, bei dem die Breite B_V einer Verbinderstrebe 9 bzw. eines Axialabschnitts 12, 13 über den Wellenradius R_W aufgetragen ist. Das Verhältnis von Wellenradius R_W zur Verbinderbreite B_V nimmt linear zu. Hierbei steigt das Verhältnis der Verbinderbreite B_V von der Mitte ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten 8 an, und zwar in einem Verhältnis von 12:1 bis 20:1.

Bezugszeichenaufstellung

- 1 - Stent
- 2 - Stützgerüst
- 3 - Ringsegment
- 4 - Ringsegment
- 5 - Ringsegment
- 6 - Segmentstrebe
- 7 - Segmentstrebe
- 8 - Übergangsabschnitt
- 9 - Verbindestrebe
- 10 - Verbindestrebe
- 11 - Schenkel
- 12 - Axialabschnitt
- 13 - Axialabschnitt
- 14 - Axialabschnitt
- 15 - Axialabschnitt
- 16 - mittlerer Bereich v. 6, 7
- 17 - Ende v. 6, 7
- 18 - Tiefstes
- 19 - Tiefstes
- 20 - Spitze
- 21 - Spitze
- 22 - Kopfende
- 23 - Stirnabschnitt
- 24 - Kehlabschnitt
- 25 - Übergang
- 26 - Übergang

a₁ - Abstand
a₂ - Abstand
B_s - Breite v. 6, 7
B_v - Breite v. 12, 13
L - Stentlängsachse
L_s - Längsachse v. 6, 7
L_v - Längsachse v. 12, 13
P₁ - Punkt
P₂ - Punkt
R_s - Radius v. 6, 7
R_w - Radius v. 12, 13
U - Umfangsrichtung
A - Abstand
B - Abstand
a - Breite
d - Breite
e - Breite

Patentansprüche

1. Stent zum Anordnen in einer Körperröhre mit einem tubulären Stützgerüst (2) aus axial aufeinander folgenden Ringsegmenten (3-5), die aus sich über Übergangsabschnitte (8) endlos aneinander schließenden Segmentstreben (6, 7) gebildet und benachbarte Ringsegmente (3-5) durch Verbinderstreben (9, 10) gekoppelt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmentstreben (6, 7) wellenförmig gekrümmmt sind und die quer zur Strebenlängsache (L_s) gemessene Breite (B_s) jeder Segmentstrebe (6, 7) sich von ihrem mittleren Bereich (16) ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten (8) hin vergrößert.
2. Stent nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass 1. Verbinderstreben (9) und 2. Verbinderstreben (10) vorgesehen sind, wobei jede Verbinderstrebe (9, 10) einen in Umfangsrichtung des Stützgerüstes (2) verlaufenden Schenkel (11) aufweist, der beidseitig über Axialabschnitte (12, 13 bzw. 14, 15) an einen Übergangsabschnitt (8) angeschlossen ist.
3. Stent nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Axialabschnitte (12, 13) der 1. Verbinderstreben (9) wellenförmig gekrümmmt sind und sich die quer zur Längsache (L_v) der Axialabschnitte (12, 13) gemessene Breite (B_v) der Axialabschnitte (12, 13) vom Schenkel (11) ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten (8) hin vergrößert.
4. Stent nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schenkel (11) zwischen zwei mit axialem Abstand (a) benachbarten Ringsegmenten (3, 4 bzw. 4, 5) angeordnet sind.
5. Stent nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die 1. Verbinderstreben (9) sich jeweils von dem Tiefsten (18) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines Ringsegments (3) in das Tiefste (19) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines benachbarten Ringsegments (4) erstrecken.

6. Stent nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die 2. Verbindstreben (10) sich jeweils von der Spitze (20) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines Ringsegments (4) bis zur Spitze (21) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines benachbarten Ringsegments (5) erstrecken.
7. Stent einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die 1. Verbindstreben (9) und die 2. Verbindstreben (10) zwischen den Ringsegmenten (3, 4 bzw. 4, 5) in Umfangsrichtung (U) versetzt angeordnet sind.
8. Stent einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass jeder dritte stirnseitige Übergangsabschnitt (8) an den endseitigen Ringsegmenten (3) ein gegenüber den benachbarten Übergangsabschnitten (8) axial vorstehendes verbreiterter Kopfende (22) aufweist.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 23 Juni 2005 (23.06.2005) eingegangen,
ursprüngliche Ansprüche 1-8 durch geänderte Ansprüche 1-6 ersetzt]

Patentansprüche

1. Stent zum Anordnen in einer Körperröhre mit einem tubulären Stützgerüst (2) aus axial aufeinander folgenden Ringsegmenten (3-5), die aus sich über Übergangsabschnitte (8) endlos aneinander schließenden Segmentstreben (6, 7) gebildet und benachbarte Ringsegmente (3-5) durch Verbinderstreben (9, 10) gekoppelt sind, wobei die quer zur Strebenlängsachse (L_s) gemessene Breite (B_s) jeder Segmentstrebe (6, 7) sich von ihrem mittleren Bereich (16) ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten (8) hin vergrößert, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmentstreben (6, 7) wellenförmig gekrümmmt sind und dass 1. Verbinderstreben (9) sowie 2. Verbinderstreben (10) vorgesehen sind, wobei jede Verbinderstrebe (9, 10) einen in Umfangsrichtung des Stützgerüsts (2) verlaufenden Schenkel (11) aufweist, der beidseitig über Axialabschnitte (12, 13 bzw. 14, 15) an einen Übergangsabschnitt (8) angeschlossen ist, und die Axialabschnitte (12, 13) der 1. Verbinderstreben (9) wellenförmig gekrümmmt sind und sich die quer zur Längsachse (L_v) der Axialabschnitte (12, 13) gemessene Breite (B_v) der Axialabschnitte (12, 13) vom Schenkel (11) ausgehend in Richtung zu den Übergangsabschnitten (8) hin vergrößert.
2. Stent nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schenkel (11) zwischen zwei mit axialem Abstand (a) benachbarten Ringsegmenten (3, 4 bzw. 4, 5) angeordnet sind.

3. Stent nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die 1. Verbindestreben (9) sich jeweils von dem Tiefsten (18) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines Ringsegments (3) in das Tiefste (19) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines benachbarten Ringsegments (4) erstrecken.
4. Stent nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die 2. Verbindestreben (10) sich jeweils von der Spitze (20) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines Ringsegments (4) bis zur Spitze (21) zweier aneinander geschlossener Segmentstreben (6, 7) eines benachbarten Ringsegments (5) erstrecken.
5. Stent einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die 1. Verbindestreben (9) und die 2. Verbindestreben (10) zwischen den Ringsegmenten (3, 4 bzw. 4, 5) in Umfangsrichtung (U) versetzt angeordnet sind.
6. Stent einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass jeder dritte stirnseitige Übergangsabschnitt (8) an den endseitigen Ringsegmenten (3) ein gegenüber den benachbarten Übergangsabschnitten (8) axial vorstehendes verbreiterter Kopfende (22) aufweist.

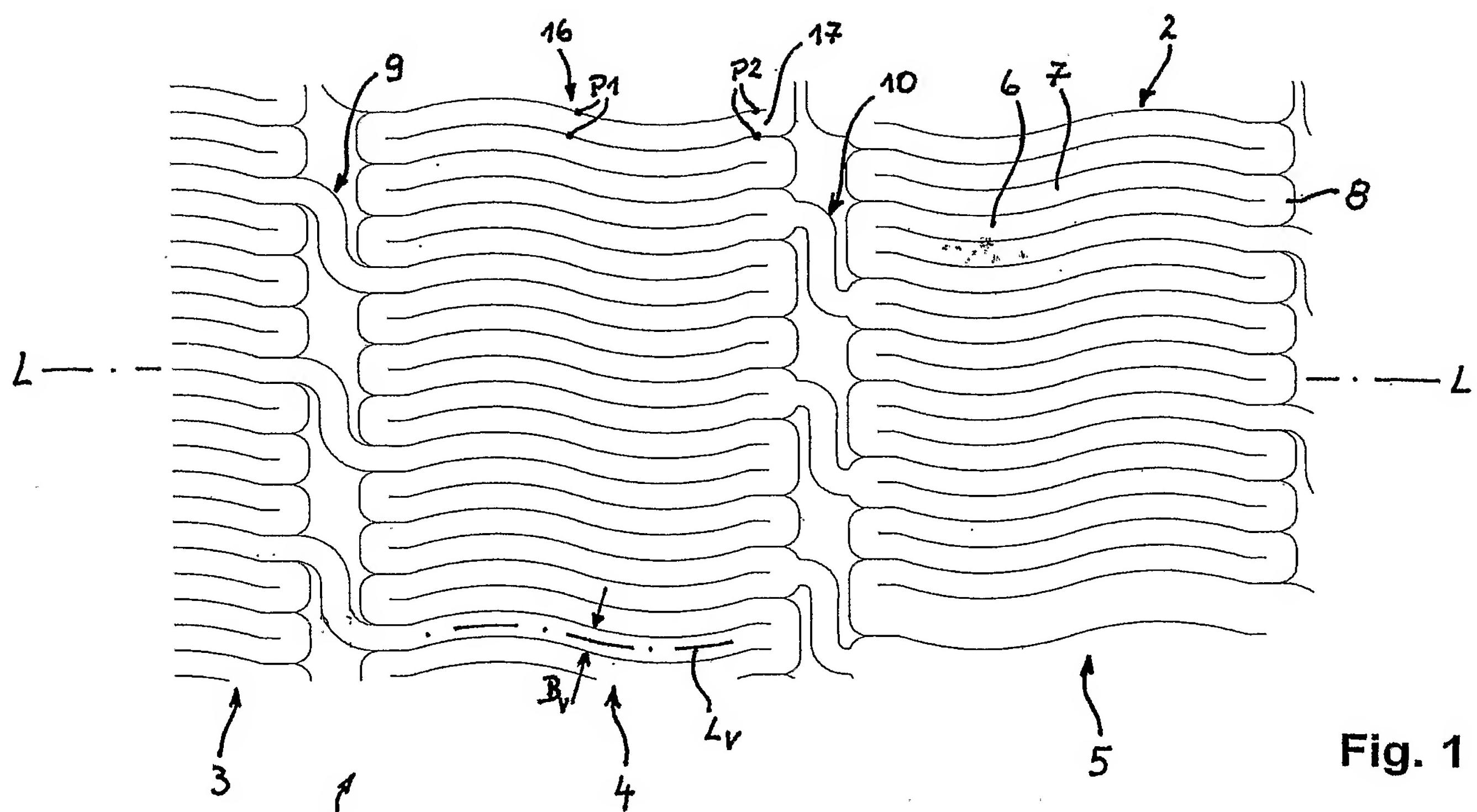


Fig. 1

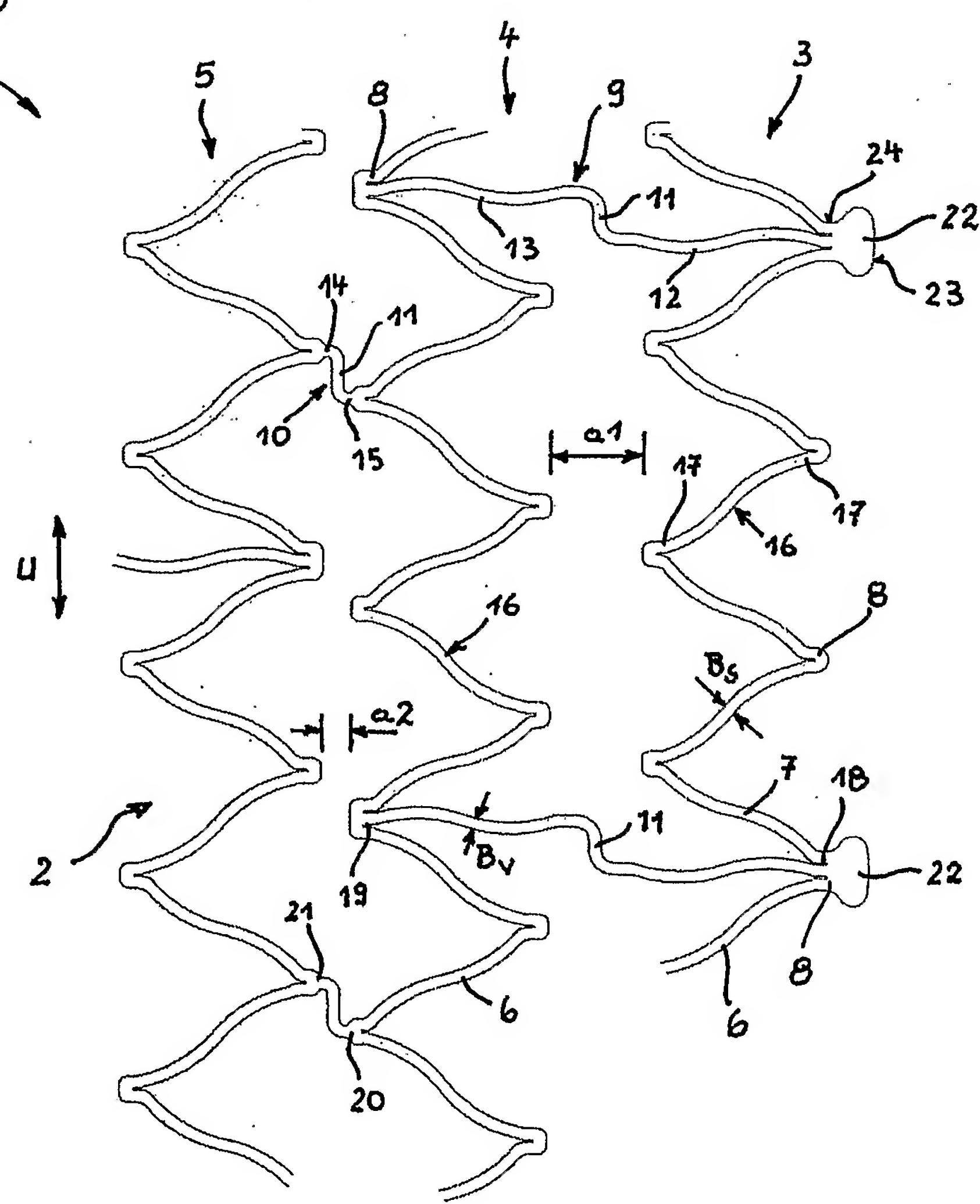


Fig. 2

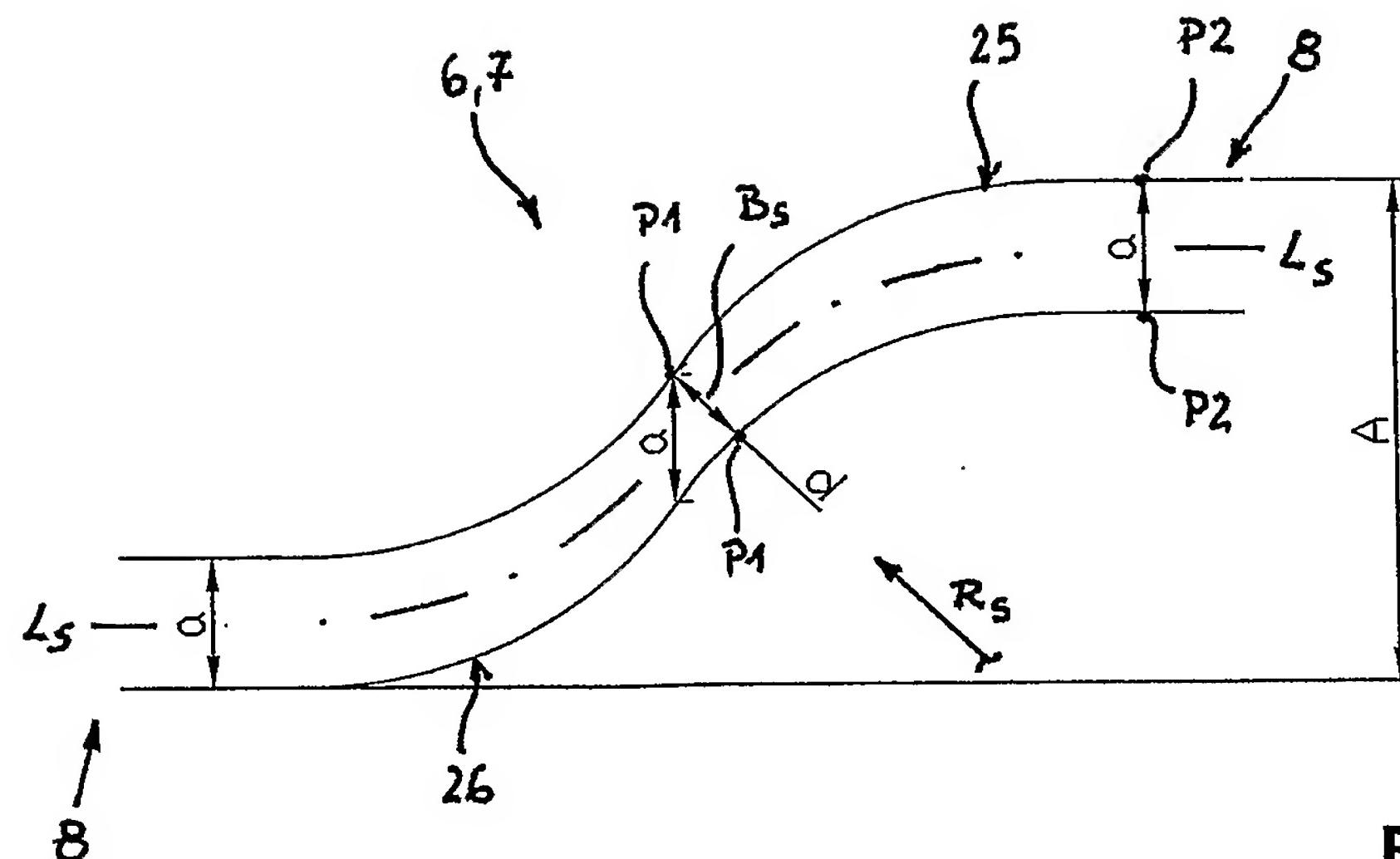


Fig. 3

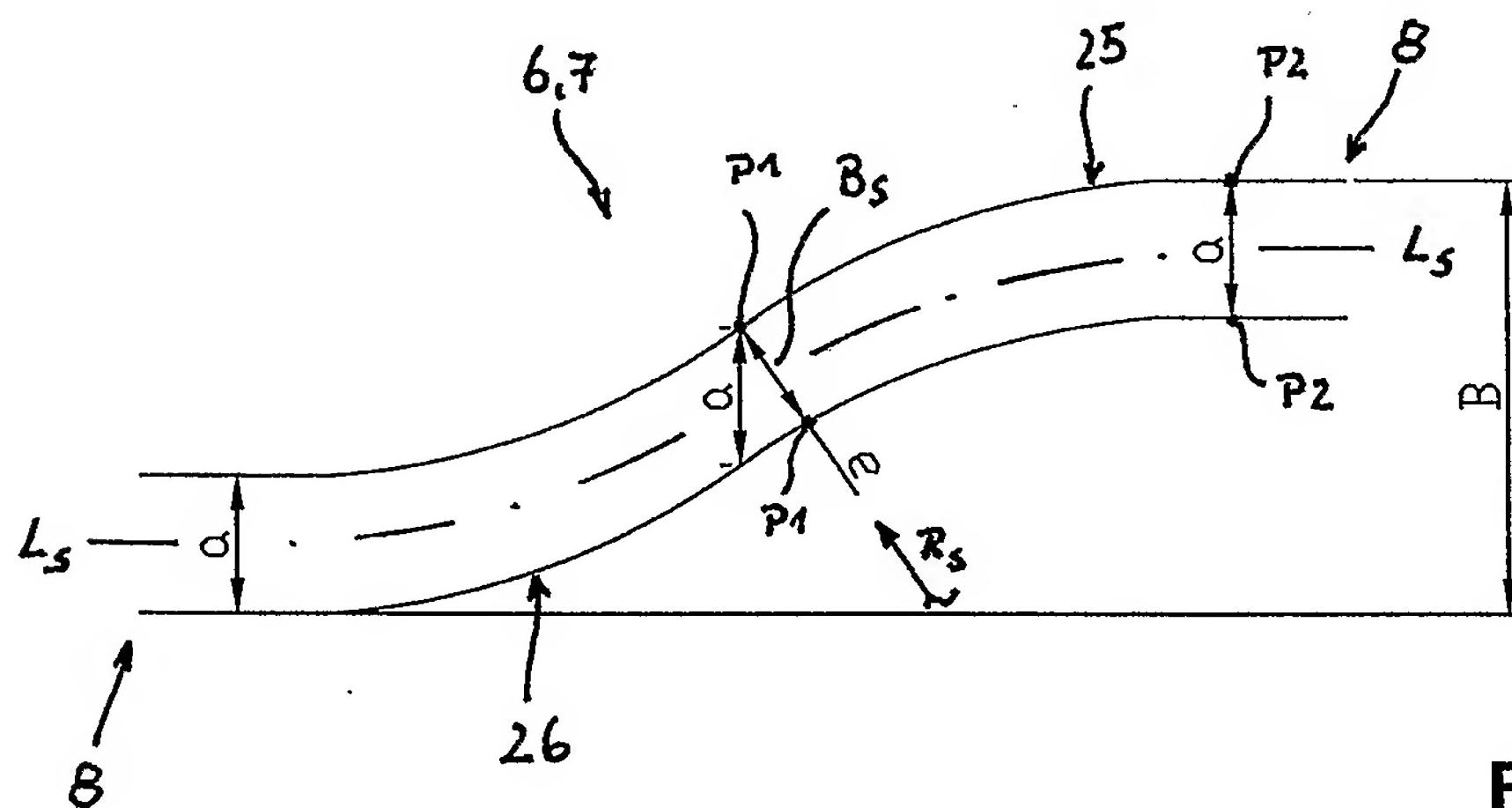


Fig. 4

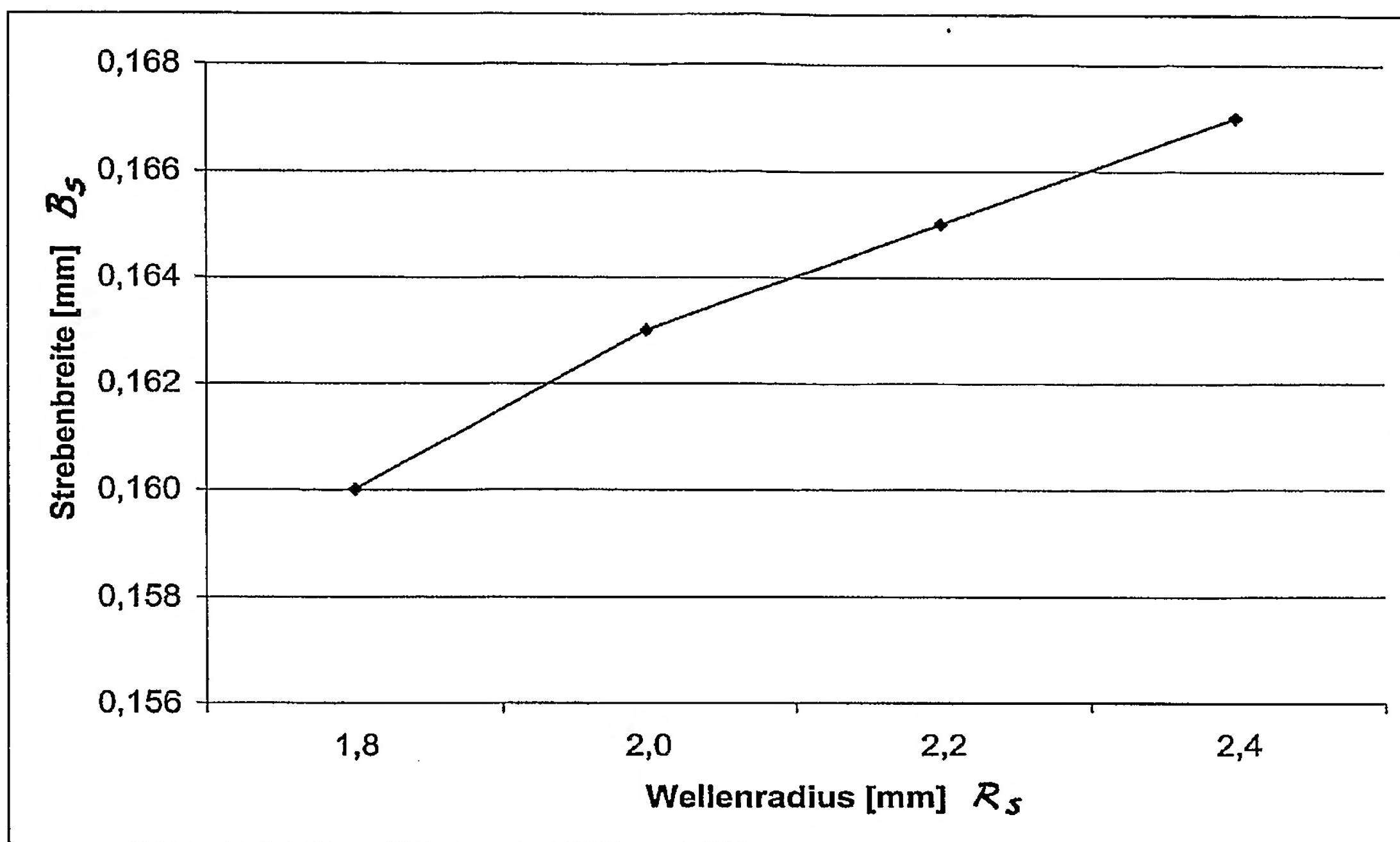


Fig. 5

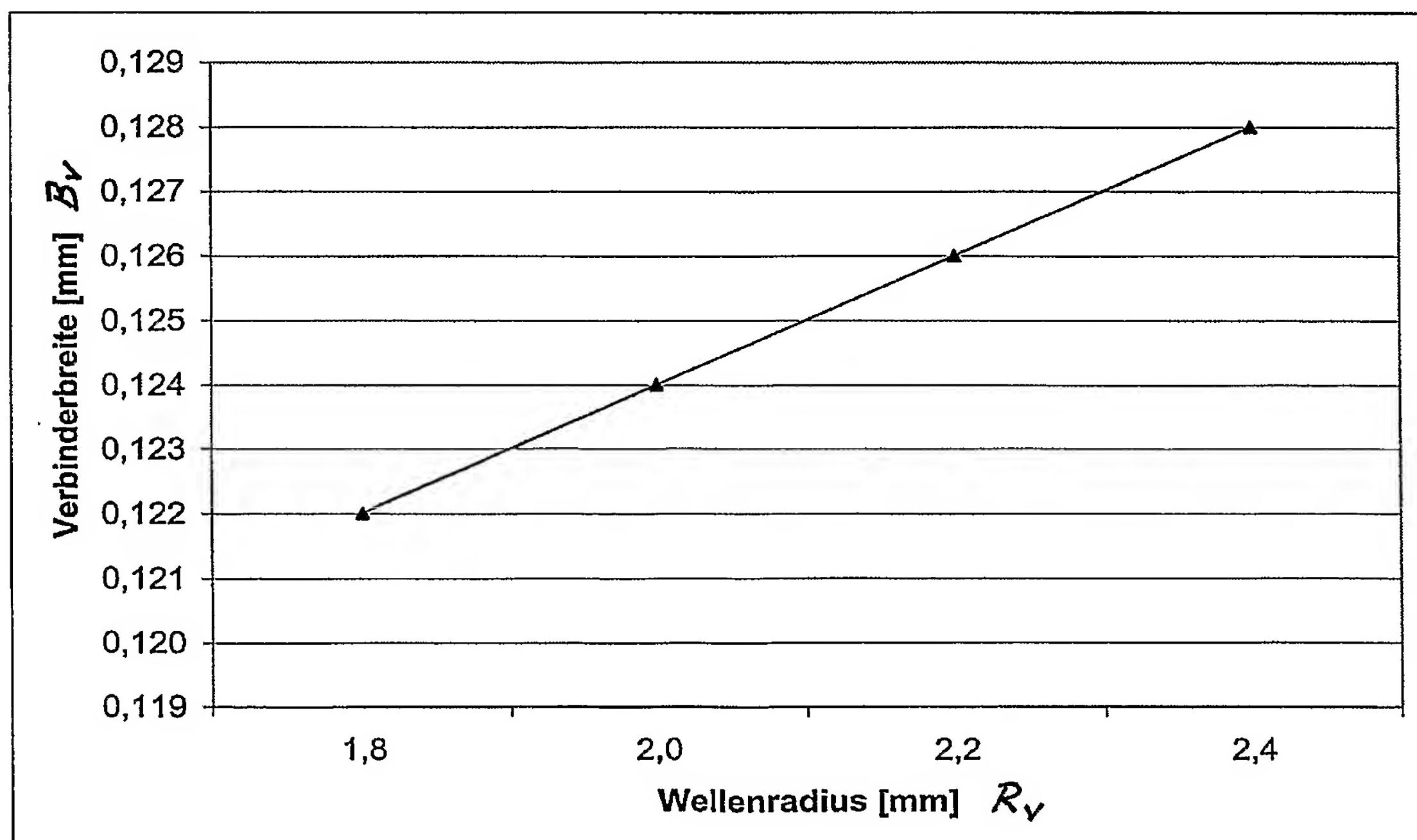


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 A61F2/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/16387 A (GLOBAL THERAPEUTICS, INC) 8 April 1999 (1999-04-08) page 10, line 28 – page 11, line 7; figure 6 ----- WO 02/24111 A (CORDIS CORPORATION) 28 March 2002 (2002-03-28) page 26, line 1 – page 27, line 2; figure 7 ----- WO 2004/084769 A (CONWAY, DAMIAN, JOHN; STARKE, GREGORY, RICHARD; LEHMANN, MARKUS; PARK,) 7 October 2004 (2004-10-07) page 5, paragraph 4 – page 6, paragraph 1; figure 2 ----- -/-	1-8
X		1-8
P, X		1

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 May 2005	02/06/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Skorovs, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/000018

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98/22159 A (MEDTRONIC INSTENT INC; GLOBERMAN, OREN; BEYAR, MORDECHAY; BEYAR, RAFAE) 28 May 1998 (1998-05-28) the whole document -----	1-8
A	EP 1 088 528 A (SORIN BIOMEDICA CARDIO S.P.A) 4 April 2001 (2001-04-04) the whole document -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000018

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 9916387	A	08-04-1999	US	6042606 A	28-03-2000
			AU	736981 B2	09-08-2001
			AU	9592398 A	23-04-1999
			CA	2304578 A1	08-04-1999
			DE	69821251 D1	26-02-2004
			DE	69821251 T2	02-12-2004
			EP	1018986 A1	19-07-2000
			ES	2214735 T3	16-09-2004
			JP	2001517535 T	09-10-2001
			WO	9916387 A1	08-04-1999
			US	6299635 B1	09-10-2001
WO 0224111	A	28-03-2002	US	2002058988 A1	16-05-2002
			US	2002072792 A1	13-06-2002
			US	2002058989 A1	16-05-2002
			AU	773171 B2	20-05-2004
			AU	7217101 A	28-03-2002
			AU	8912801 A	02-04-2002
			CA	2357650 A1	22-03-2002
			CA	2391624 A1	28-03-2002
			EP	1190685 A2	27-03-2002
			EP	1399091 A2	24-03-2004
			JP	2002102358 A	09-04-2002
			JP	2004522463 T	29-07-2004
			MX	PA01009526 A	27-03-2003
			MX	PA02005126 A	25-09-2003
			TW	539559 B	01-07-2003
			WO	0224111 A2	28-03-2002
			US	2004102836 A1	27-05-2004
WO 2004084769	A	07-10-2004	WO	2004084769 A2	07-10-2004
WO 9822159	A	28-05-1998	AU	5355598 A	10-06-1998
			EP	0893977 A2	03-02-1999
			JP	2002513301 T	08-05-2002
			WO	9822159 A2	28-05-1998
			US	6287336 B1	11-09-2001
			US	2001041930 A1	15-11-2001
EP 1088528	A	04-04-2001	US	2001044649 A1	22-11-2001
			EP	1088528 A1	04-04-2001
			US	2002183831 A1	05-12-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000018

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 A61F2/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/16387 A (GLOBAL THERAPEUTICS, INC) 8. April 1999 (1999-04-08) Seite 10, Zeile 28 – Seite 11, Zeile 7; Abbildung 6 -----	1-8
X	WO 02/24111 A (CORDIS CORPORATION) 28. März 2002 (2002-03-28) Seite 26, Zeile 1 – Seite 27, Zeile 2; Abbildung 7 -----	1-8
P, X	WO 2004/084769 A (CONWAY, DAMIAN, JOHN; STARKE, GREGORY, RICHARD; LEHMANN, MARKUS; PARK,) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) Seite 5, Absatz 4 – Seite 6, Absatz 1; Abbildung 2 ----- -/-	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24. Mai 2005

02/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Skorovs, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000018

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 98/22159 A (MEDTRONIC INSTENT INC; GLOBERMAN, OREN; BEYAR, MORDECHAY; BEYAR, RAFAE) 28. Mai 1998 (1998-05-28) das ganze Dokument -----	1-8
A	EP 1 088 528 A (SORIN BIOMEDICA CARDIO S.P.A) 4. April 2001 (2001-04-04) das ganze Dokument -----	1-8

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9916387	A	08-04-1999	US	6042606 A		28-03-2000
			AU	736981 B2		09-08-2001
			AU	9592398 A		23-04-1999
			CA	2304578 A1		08-04-1999
			DE	69821251 D1		26-02-2004
			DE	69821251 T2		02-12-2004
			EP	1018986 A1		19-07-2000
			ES	2214735 T3		16-09-2004
			JP	2001517535 T		09-10-2001
			WO	9916387 A1		08-04-1999
			US	6299635 B1		09-10-2001

WO 0224111	A	28-03-2002	US	2002058988 A1		16-05-2002
			US	2002072792 A1		13-06-2002
			US	2002058989 A1		16-05-2002
			AU	773171 B2		20-05-2004
			AU	7217101 A		28-03-2002
			AU	8912801 A		02-04-2002
			CA	2357650 A1		22-03-2002
			CA	2391624 A1		28-03-2002
			EP	1190685 A2		27-03-2002
			EP	1399091 A2		24-03-2004
			JP	2002102358 A		09-04-2002
			JP	2004522463 T		29-07-2004
			MX	PA01009526 A		27-03-2003
			MX	PA02005126 A		25-09-2003
			TW	539559 B		01-07-2003
			WO	0224111 A2		28-03-2002
			US	2004102836 A1		27-05-2004

WO 2004084769	A	07-10-2004	WO	2004084769 A2		07-10-2004

WO 9822159	A	28-05-1998	AU	5355598 A		10-06-1998
			EP	0893977 A2		03-02-1999
			JP	2002513301 T		08-05-2002
			WO	9822159 A2		28-05-1998
			US	6287336 B1		11-09-2001
			US	2001041930 A1		15-11-2001

EP 1088528	A	04-04-2001	US	2001044649 A1		22-11-2001
			EP	1088528 A1		04-04-2001
			US	2002183831 A1		05-12-2002
